

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-274935

(43)Date of publication of application : 30.09.1992

(51)Int.Cl.

B60K 41/28
G06F 15/18
G08G 1/04
G08G 1/09
H04N 7/18

(21)Application number : 03-059592

(71)Applicant : TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB INC
TOYOTA AUTOM LOOM WORKS LTD
TOYOTA MOTOR CORP
NIPPONDENSO CO LTD
AISIN SEIKI CO LTD

(22)Date of filing : 28.02.1991

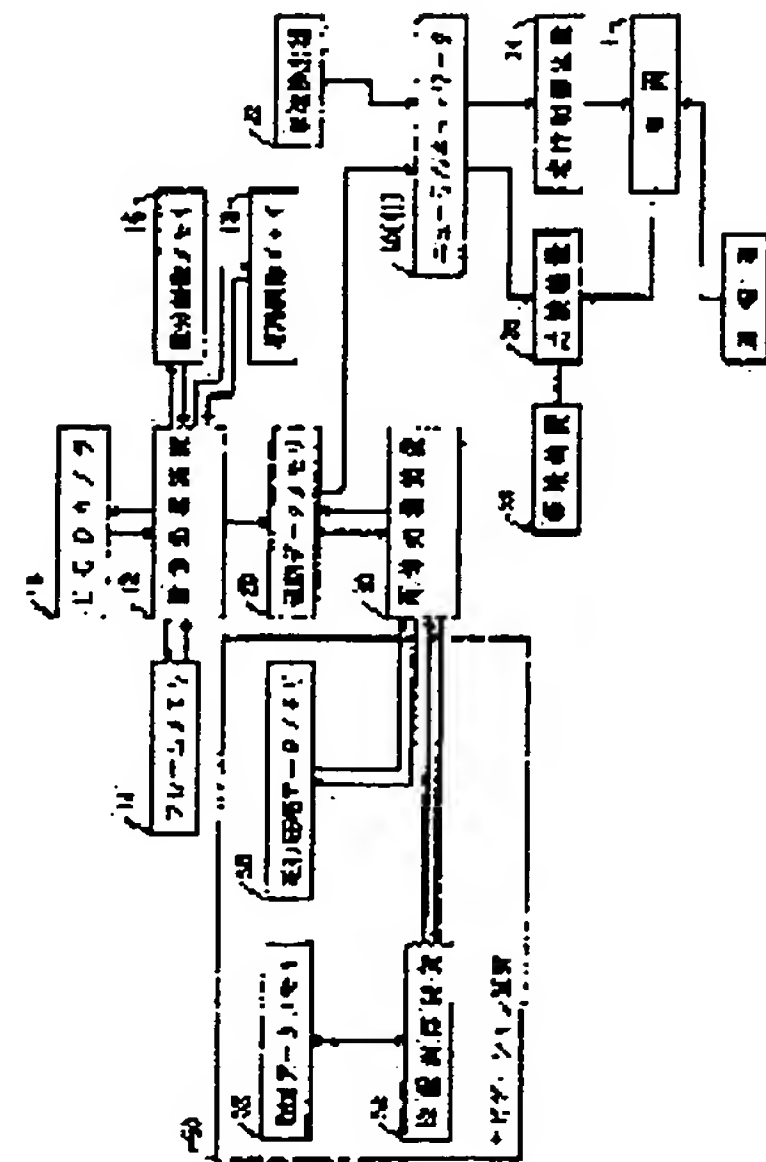
(72)Inventor : MATSUNARI FUMIO
OSHIMA MASUJI
YOSHIDA HIROYUKI
OTA KAZUHARU
ISHIMOTO TAKESHI
TOKORO SETSUO
KATO YASUAKI
ASANO KENJI

(54) DEVICE FOR DECIDING QUANTITY OF OPERATION OF VEHICLE

(57)Abstract:

PURPOSE: To seek for the quantity of operation of a vehicle suitable for road environment at high speed and with small storage capacity.

CONSTITUTION: The image of the road environment at running of a vehicle is picked up at real time, and the picked-up image is divided into a plurality of small regions. Road data are created, which include the information on the existence of the road parts in a plurality of these divided regions. These road data are made the input value of the neural network and the quantities of one or more kinds of operations, which decides the actions of the vehicle such as the accelerator, the brake, the steering, etc., are made the output value. It controls the actual running of the vehicle according to the output value, or according to the difference with the quantity of operation being done by a driver, it outputs an alarm, which shows that the quantity of operation by the driver has caused difference with the proper quantity of operation being sought from the road environment.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-274935

(43) 公開日 平成4年(1992)9月30日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 6 0 K 41/28		8920-3D		
G 0 6 F 15/18		8945-5L		
G 0 8 G 1/04	D	7222-3H		
1/09	V	7222-3H		
H 0 4 N 7/18	C	7033-5C		

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平3-59592

(22) 出願日 平成3年(1991)2月28日

(71) 出願人 000003609

株式会社豊田中央研究所

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1

(71) 出願人 000003218

株式会社豊田自動織機製作所

愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(74) 代理人 弁理士 藤谷 修

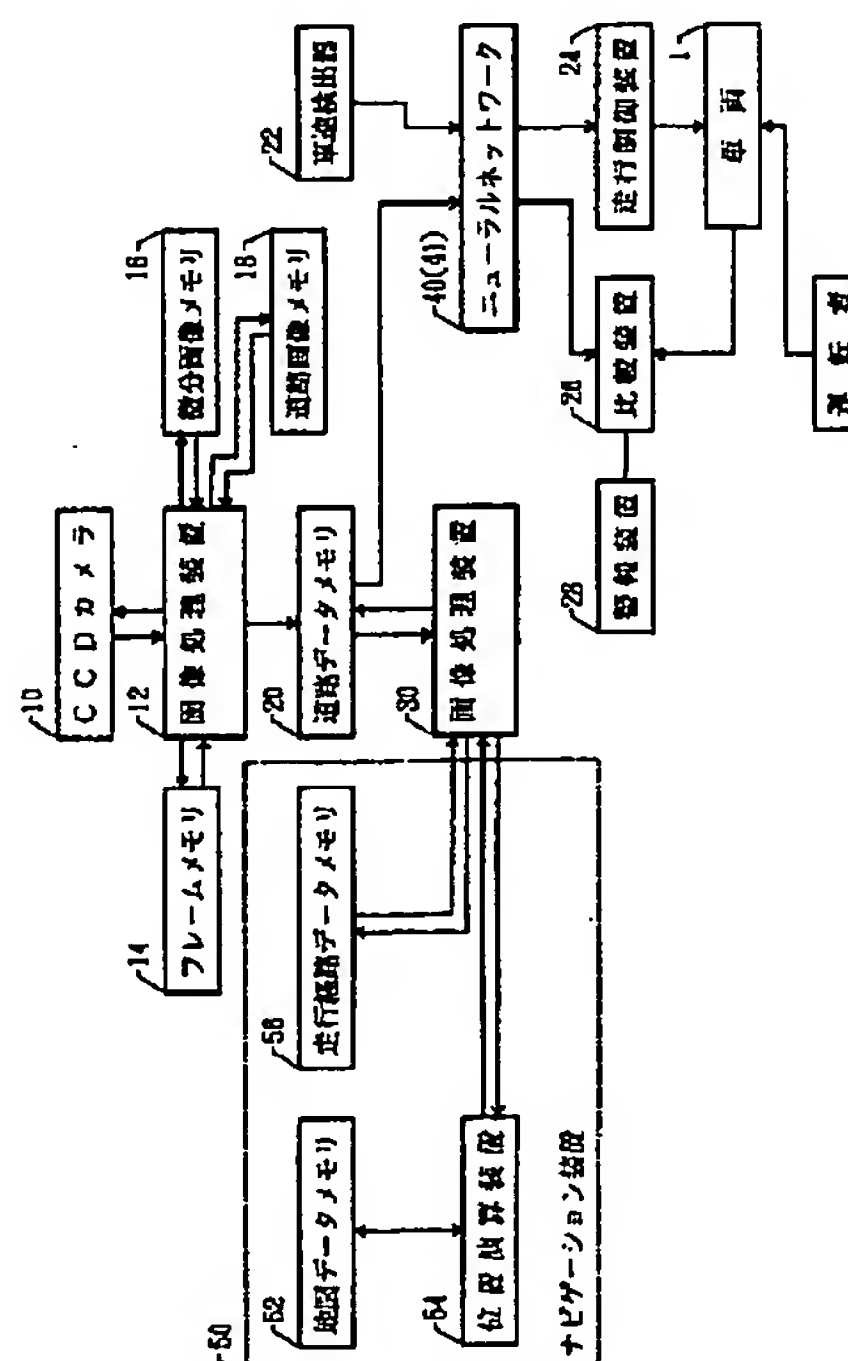
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両の操作量決定装置

(57) 【要約】

【目的】 道路環境に適した車両の操作量を高速且つ小記憶容量で求めること。

【構成】 車両の走行時における道路環境をリアルタイムで撮像して、撮像画面を複数の小領域に分割する。この複数の分割領域における道路部分の存在情報を含む道路データを生成する。この道路データをニューラルネットワークの入力値として、車両のアクセル、ブレーキ、ステアリング等の車両の挙動を決定する1種以上の操作量を出力値とする。この出力値に応じて現実の車両の走行をリアルタイムに制御したり、運転者により操作された操作量との差に応じて、運転者の操作量が道路環境から求められた適性な操作量に対して差を生じたことを示す警報を出力する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 車両の走行中において車両の走行路面を撮像し、撮像により得られた道路画像情報を多数の小領域に分割し、この分割された分割領域毎に、この分割領域における道路部分の存在情報を示した道路データを作成する道路データ作成手段と、前記分割領域毎の各道路データを、前記分割領域のそれぞれに対応して入力する複数の入力素子と、前記車両の挙動を決定する操作値を出力とする出力素子とを有するニューラルネットワークとを有することを特徴とする車両の操作量決定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、車両の走行中に得られた走行路面の道路画像情報から、車両のその時の望ましい操作量を直接的に決定することにより、短い演算時間でリアルタイムに車両の操作量を決定する装置に関する。

【0002】

【従来技術】従来より、車両にTVカメラを搭載して走行経路を撮像し、これを画像処理して道路と車両の進行方向のなす角や車両の位置等を演算し、演算された結果より車両の操作量であるアクセル、ブレーキ及びステアリング等の操作量と車両の運動特性とに応じた制御アルゴリズムに基づき、車両の操作量を決定する装置が知られている（特開昭62-140110号公報、特開昭63-273917号公報、特開昭60-157611号公報）。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、この従来技術では、車両の位置・方位を決定するための画像処理に多大の時間を要し、しかも制御アルゴリズムは複雑なものとなるため、適切な処理プログラムが得られず、車載装置としては大規模なシステムが必要になるという問題があった。

【0004】本発明は上記課題を解決するために成されたものであり、その目的は、道路画像情報から車両の操作量を直接的に決定することにより、短い演算時間でリアルタイムに車両の操作量を決定することである。

【0005】

【問題を解決するための手段】上記課題を解決するための発明の構成は、車両の走行中において車両の走行路面を撮像し、撮像により得られた道路画像情報を多数の小領域に分割し、この分割された分割領域毎に、この分割領域における道路部分の存在情報を示した道路データを作成する道路データ作成手段と、分割領域毎の各道路デ*

*ータを、分割領域のそれぞれに対応して入力する複数の入力素子と、車両の挙動を決定する操作値を出力とする出力素子とを有するニューラルネットワークとを有することを特徴とする。

【0006】

【作用】道路データ作成手段において、車両の走行中において車両の走行路面が撮像され、その撮像により得られた道路画像情報が多数の小領域に分割される。そして、この多数の小領域に分割された道路画像情報において、各分割領域毎にその分割領域における道路部分の存在情報を示す道路データが作成される。

【0007】次に、この各分割領域毎の道路データは、その各分割領域に対応したニューラルネットワークの入力素子に入力される。そして、ニューラルネットワークの出力素子から、撮像により得られた道路画像情報に応じて最適な車両の挙動を決定する操作値が出力される。

【0008】尚、このニューラルネットワークの結合係数は、様々な道路画像情報から得られた道路データ、即ち、様々な道路の曲率、曲がる方向、道路の傾斜等の道路環境に対応した車両の最適な挙動を決定する操作値を教師信号として予め教示されている。

【0009】

【実施例】車両の運転席から見た道路の画像は、直進路、カーブ、交差点などの道路状況及び道路に対する車の位置と方向により変化する。即ち、道路画像は道路の状況と道路に対する車の相対的な位置方位関係を表している。このため、種々の道路画像に対する車のアクセル、ブレーキ、ステアリングなど走行制御装置の操作量の関係を求め、道路画像の特徴から直接的に操作量を決定することができる。この時、走行制御装置の操作特性や、道路画像から操作量を求めるアルゴリズムは用いられない。

【0010】今、道路画像がRの時の操作量、例えば、ステアリングの操作量をSRとする。又、道路画像Rを横方向（車両の幅方向）にn、縦方向（車両の進行方向）にm分割して多数の小領域に分割する。この分割領域を a_{pq} 、分割領域 a_{pq} 内を道路が占める割合を r_{pq} 、その分割領域 a_{pq} を道路が占めることにより、分割領域 a_{pq} が操作量SRに寄与する割合を g_{pq} とする。尚、簡単のために、操作量SRは車の速度に影響されないとし、画像の分割領域間の相互作用はないと仮定する。この条件の時、操作量SRは次の式で表される。

【0011】

【数1】

$$SR = r_{11} \cdot g_{11} + r_{12} \cdot g_{12} + \dots + r_{pq} \cdot g_{pq} + \dots + r_{nn} \cdot g_{nn} \quad \dots(1)$$

【0012】種々の環境の道路画像Rとその道路環境に最適な操作量SRとの組合せに関して、(1)式を作り、この式を $n \times m$ 次の連立方程式として解いて g_{pq} を求める。即ち、道路画像の各分割領域の操作量に対する寄与

率 g_{pq} の表（以下これを寄与率のマップと呼ぶ）を作成することができる。

【0013】この方法によれば、道路画像の分割数 $n \times m$ 回の積和演算により、道路画像から直接に且つ高速度

で操作量を求めることができる。しかし、実際には、操作量は車の速度の影響を受けるため、速度毎の寄与率のマップが必要になる。このため、寄与率のマップを記憶するための大容量メモリを必要とし、しかも、車速に応じた寄与率のマップを選択することと、速度に対応する寄与率のマップが存在しない場合に速度に対応した寄与率を求めるための補間計算に多大な処理時間が必要となる。

【0014】又、(1)式は、分割領域間の相互作用を考慮していない。例えば、分割領域 a_{11} と分割領域 a_{12} についてみると、この2つの分割領域から求まる操作量は、(1)式によれば、 $r_{11} \times g_{11} + r_{12} \times g_{12}$ で決定される。すなわち、(1)式は、 r_{11} と r_{12} の値で決まり、 r_{11} と r_{12} との相互作用を表す項 $(r_{11} + r_{12}) \times g_{11,12}$ ($g_{11,12}$ は r_{11} および r_{12} の寄与率)が存在しない。この相互作用を加味するためには、全ての領域間の相互作用を表す寄与率のマップを各速度毎に準備する必要がある。このため、寄与率のマップを記憶するのに、膨大な容量のメモリが必要となると共に、操作量を演算するのに多くの時間が必要となる。又、相互作用に非線形要素が含まれる場合には、寄与率を数式で解くことも困難である。

【0015】これらの問題を解決するために、本発明者等は、道路画像又は道路画像と車速等の他の要素を入力データとし、車両の操作量を出力データとするニューラルネットワークを導入した。このニューラルネットワークは、各種の道路画像又は道路画像と車速等の他の要素から成る入力データに対して、最適な操作量を教師信号として予め学習されている。このように、道路画像と操作量との間の関係が非線形な関係を含めて、ニューラルネットワークの結合係数として学習される。この結合係数の学習により、上述のように寄与率を解くことができない場合にも、道路画像からその道路環境に最適な操作量を直接的に求めることが可能となる。

【0016】尚、交差点においては、何方の方向に進行すべきかの運転者の意図が必要となるので、道路環境から一意的には車両の操作量を求めることができないが、そのような場合には、別の手段、たとえば、公知のナビゲーション装置を用いたり、交差点で進行方向を直接指定したりすることになる。

【0017】図1は本実施例装置の全体の構成を示したブロック図である。CCDカメラ10は、車両1の走行方向の前方の走行路を撮像するように、車両1の車室内の天井部に進行方向前方に面して取り付けられている。CCDカメラ10は画像処理装置12によりある一定の周期で駆動され、車両の走行とリアルタイムで、車両の走行方向前方の走行環境を撮像する。CCDカメラ10の1フレームの各画素は、画像処理装置12により走査され、各画素毎の濃淡レベルがデジタル化される。そのデジタル化された1フレームの画像データはフレ-

ムメモリ14に記憶される。

【0018】次に、画像処理装置12は、所定の撮像周期で、図2に示す処理を繰り返し実行する。ステップ100では、フレームメモリ14から1フレームの画像データが読出される。そして、ステップ102において、読み出された画像データから良く知られたグラジエント演算により微分画像が生成され、その微分画像は微分画像メモリ16に記憶される。次に、ステップ104において、微分画像メモリ16に生成された微分画像からエッジ線分が抽出される。更に、ステップ106において、抽出された多数のエッジ線分間の相互距離、相互角が演算され、同一の長い線分や、曲率の等しい連続した曲線を構成する複数のエッジ線分をクラスタリングする。これにより、連続直線、連続曲線が抽出可能となる。

【0019】次に、ステップ108において、道路の縁石ラインや道路両端ラインのパターンマッチングにより、道路の両側の縁石ライン等が特定される。次に、ステップ110において、得られた画像において、道路形状のパターンマッチングにより道路部分が特定される。この結果得られた道路部分の画像は、図3に示すような画像となる。図3に示すような道路部分の画像は道路画像メモリ18に記憶される。

【0020】次に、ステップ112において、道路画像メモリ18上の撮像画面は、図4に示すように小領域に分割される。即ち、車両の進行方向には m 分割、進行方向に垂直な車両の幅方向には n 分割される。運転席から見た道路画像を作成するための画像処理範囲は、図4に示す範囲である。即ち、視点の高さは $H(m)$ 、可視距離は運転者の位置から前方に $XO(m)$ から $XL(m)$ の範囲、位置 XO における左右の可視範囲は $WXO(m)$ 、位置 XL での左右の可視範囲は WXL である。尚、 $WXL = XL / XO \times WXO$ である。また、位置 XL において、左右の可視範囲を WXN ($WXN \leq WXL$)としても良い。このようにすることで、遠方での不要な画像を削除することができる。

【0021】この画像処理範囲は、左右方向(横方向)に n 、車両の進行方向(縦方向)に m 分割される。左右方向の分割は等距離に分割される。又、進行方向の分割は、視点と位置 XO を結ぶ線分と、視点と位置 XL を結ぶ線分との成す角(視角) θ を等角度で分割することで行われる。

具体的には、視点の高さ: $H=1.0(m)$

画像処理範囲: $XO=2.0(m)$ 、 $XL=8.0(m)$

$WXO=10.0(m)$ 、 $WXL=40.0(m)$ 、 $WXN=20.0(m)$

画像分解能: $n=20$ 、 $m=6$

である。

【0022】図5は、 $n \times m$ の小領域に分割された領域を a_{ij} とし、各分割領域 a_{ij} を、全て同一面積、同一形

状の正方形で表した時の画像処理範囲を示す。ステップ114において、各分割領域 a_{pq} が、図3に示す道路部分で占有される割合 r_{pq} が演算される。そして、ステップ116において、この占有割合 r_{pq} が道路データとして、道路データメモリ20に記憶される。この道路データ r_{pq} としては、各分割領域 a_{pq} の中心位置に道路が存在する時「1」、道路が存在しない時「0」の2値としても良い。各分割領域 a_{pq} は画像処理範囲を $n \times m$ に分割した各領域を示すが、図5において「×」で示された分割領域は、前述の如く遠方での不要な画像として調査の範囲から除外された可視領域外の分割領域である。従って、可視領域外の分割領域の道路データ r_{pq} は、道路部分の存在に係わらず「0」である。

【0023】道路が図6に示すようなトラックに構成されている場合には、車両の存在位置A、B、Cに対応して、撮像して得られた道路データ r_{pq} は、図7の(A)、(B)、(C)に示すようになる。尚、図において、黒塗りの分割領域 a_{pq} の道路データ r_{pq} は「1」、即ち、道路部分の存在を意味し、白抜きの分割領域 a_{pq} の道路データ r_{pq} は「0」、即ち、道路部分の不存在を意味する。(A)は車両がトラックの直線部分を走行している時に得られる道路データを示し、(B)は車両がトラックのコーナー部分に差し掛かった時に得られる道路データを示し、(C)は車両がトラックのコーナー部分を走行している時に得られる道路データを示している。このようにして、画像処理装置12によって得られた図7に示すような道路データ r_{pq} は、ステップ116において、道路データメモリ20に記憶される。以上のようにして、画像処理装置12は所定の撮像周期に同期して、上記した演算を実行して道路データを道路データメモリ20に生成する。

【0024】一方、良く知られた車両のナビゲーション装置50が用いられており、そのナビゲーション装置50は図8に示すように道路地図のデータを記憶した地図データメモリ52と図8に示すように車両の交差点での進行方向の指令値を記憶した走行経路データメモリ56と車両の現在の位置及び方位を演算する位置演算装置54とで構成されている。そして、位置演算装置54によって時々刻々演算される車両の現在位置と地図データから、車両の現在位置が地図上で特定される。たとえば、図8に示すように、現在位置は、位置a又は位置bのように地図上で特定される。この位置の特定データは画像処理装置30に出力される。

【0025】画像処理装置30は、図9に示す処理を実行する装置である。ステップ200において、道路データメモリ20に形成されている現在の道路データが入力され、ステップ202において、その道路データが交差点を示すか否かが判定される。車両が現在進行している道路が車両の進行方向が多岐に別れる交差点に差し掛かったか否かの道路データによる判定は、予め準備された

多数の交差点パターンと照合するか否かで実行される。

【0026】道路データが交差点を示すものでない場合には、ステップ204において、位置演算装置54の出力が交差点を示すか否かが判定され、判定結果がN0の場合には、ステップ200に戻り、次の撮像周期に同期して、道路データを入力して、同様な判定が実行される。このように、通常は、撮像周期に同期して生成された道路データ及び位置演算装置54の出力結果から車両が交差点に差し掛かったか否かが常時監視されている。

10 【0027】画像処理装置30により車両が交差点付近に差し掛かったと判定された場合には、画像処理装置30は、ステップ206において位置演算装置54から地図上の車両の位置を特定する特定データを入力する。そして、ステップ208において、その特定データに基づいて、走行経路データメモリ56をアクセスして、道路上の特定位置での進行方向の指令値を入力する。

20 【0028】次に、画像処理装置30は、ステップ210において、この進行方向の指令値に基づいて、道路データメモリ20に現在作成されている道路データにおいて、車両の進行方向の道路データだけ残し、車両が進行しない方向の道路データを「0」とする。たとえば、図8の道路地図上で、車両が位置a、位置bのように交差点に差し掛かった場合には、道路データメモリ20に形成されている道路データは図10に示すようになっている。車両が図8の位置aに位置する場合には、走行経路データメモリ56から与えられるその時の走行経路の指令値は「右折」である。従って、この場合には、画像処理装置30は、図11の(A)に示すように、車両の左方向及び直進方向の非進行方向の道路データを「0」としてマスクする。

30 【0029】また、車両が図8の位置bの交差点に差し掛かっている場合には、走行経路データメモリ56から与えられるその時の走行経路の指令値は「直進」である。よって、この場合には、画像処理装置30は、図11の(B)に示すように、車両の左右方向の非進行方向の道路データを「0」としてマスクする。尚、走行経路の指令値は、走行経路データメモリ56に予め記憶させる他、車両の走行とリアルタイムで交差点に差し掛かった時に、運転者によって与えるようにしても良い。

40 【0030】道路データメモリ30に形成された図11に示すような進行方向の道路形状を示す各分割領域 a_{pq} の各道路データ r_{pq} は、ニューラルネットワーク40の入力層の各入力素子に入力する。又、車速検出器22により測定された車両の現在における車速データは、ニューラルネットワーク40の入力層の1つの入力素子に入力する。

50 【0031】ニューラルネットワーク40は、図12に示すように、入力層401と出力層402とで構成されている。入力層401は、道路データのデータ点数(120)と車速データのデータ点数(1)を入力する12

7

1個の入力素子で構成されており、出力層402は、アクセル、ブレーキ、操舵量の3種の車両の操作量A c, B r, S tを出力する3個の出力素子で構成されている。

【0032】ニューラルネットワークは、図12に示すように2層とする他、図13に示すように、中間層403を設けても良い。さらに、この中間層は、任意の複数*

$$O^i_j = f(I^i_j)$$

【数3】

$$I^i_j = \sum_k W^{i-1}_{k,j} \cdot O^{i-1}_k + V^i_j$$

【数4】

$$f(x) = 1 / \{1 + \exp(-x)\}$$

【0034】但し、 V^i_j は第i層の第j番目の演算素子のバイアス、 $W^{i-1}_{k,j}$ は、第i-1層の第k番目の素子と第i層の第j番目の素子間の結合係数、 O^1_j は第1層の第j番目の素子の出力値を表す。即ち、第1層であるから演算を行うことなく、そのまま入力を入力するので、※20

$$O^1_j = r_{p,q}$$

即ち、 O^1_j は、各分割領域 $a_{p,q}$ の道路データ $r_{p,q}$ に等しい。

【0036】次に、図13に示す3層構造のニューラルネットワーク41の演算手順について図14を参照して説明する。なお、ニューラルネットワーク41の中間層★

121

$$I^2_j = \sum_{k=1} W^{1}_{k,j} \cdot O^1_k + V^2_j$$

【0037】次に、ステップ302において、次式により、(6)式で表される入力値の積和関数値のシグモイド関数により、中間層(第2層)の各素子の出力が演算される。第2層の第j番目の素子の出力値は次式で演算される。

【0038】

【数7】

☆

$$I^3_j = \sum_{k=1} W^2_{k,j} \cdot O^2_k + V^3_j$$

次に、ステップ306において、(7)式と同様に、シグモイド関数により、出力層の各素子の出力値が演算される。この出力値 O^3_j は、それぞれ、アクセル、ブレーキ、ステアリングの操作量を示す。即ち、操作量 O^3_j は次式で求められる。

【0040】

【数9】

$$O^3_j = f(I^3_j) = 1 / \{1 + \exp(-I^3_j)\} \quad \dots(9)$$

【0041】尚、このニューラルネットワークは、図1 50

8

*の層で構成されていても良い。ニューラルネットワークは、一般的に、次の演算を行う装置として定義される。第i層の第j番目の素子の出力 O^i_j は、次式で演算される。但し、 $i \geq 2$ である。

【0033】

【数2】

... (2)

... (3)

... (4)

※入力層(第1層)の第j番目の素子の入力値でもある。従って、

【0035】

【数5】

... (5)

★の素子数はs個である。ステップ300において、中間層(第2層)の第j番目の素子は、入力層(第1層)の各素子からの出力値 $O^1_j = (r_{p,q})$ を入力して、(3)式を具体化した次式の積和関数演算を行なう。

【数6】

... (6)

$$\star O^2_j = f(I^2_j) = 1 / \{1 + \exp(-I^2_j)\} \quad \dots(7)$$

この出力値 O^2_j は出力層(第3層)の各素子の入力値となる。次に、ステップ304において、出力層(第3層)の各素子の入力値の積和演算が実行される。

【0039】

【数8】

... (8)

5に示す手順で学習される。結合係数は良く知られたバックプロパゲーション法により実行される。この学習は、各種の道路データを入力とし、その道路データに最適な操作量を教師信号として予め実行される他、車両の現実の運転時に運転者により操作される適正な操作量を教師信号として実行することもできる。この場合、長く使用されるに伴って、更に適正な操作量が求められることになる。

【0042】図15のステップ400において、次式に

より出力層の各素子の学習信号 δ^3_j が演算される。

$$\delta^3_j = (T_j - O^3_j) \cdot f'(I^3_j)$$

但し、 T_j は出力である操作量 O^3_j に対する教師信号であり、外部から付与される。又、 $f'(x)$ はシグモイド関数の導関数である。

【数10】

…(10)

*【0043】次に、ステップ402において、中間層の学習信号 δ^2_j が次式で演算される。

*【数11】

$$\delta^2_j = f'(I^2_j) \cdot \sum_{k=1}^3 \delta^3_k \cdot W^2_{j,k} \quad \dots(11)$$

【0044】次に、ステップ404において、出力層の各結合係数が補正される。補正量は次式で求められ

※る。

【数12】

$$\Delta \omega^2_{j,k}(t) = P \cdot \delta^3_j \cdot O^2_k + Q \cdot \Delta \omega^2_{j,k}(t-1) \quad \dots(12)$$

但し、 $\Delta \omega^2_{j,k}(t)$ は、出力層の第j番目の素子と中間層の第i番目の素子との間の結合係数の第t回目演算の補正量である。又、 $\Delta \omega^2_{j,k}(t-1)$ は、その結合係数の前回の補正量である。P、Q は比例定数である。よって、結合係数は、

$$\star W^2_{j,k} + \Delta \omega^2_{j,k}(t) \rightarrow W^2_{j,k} \quad \dots(13)$$

により、補正された結合係数が求められる。次に、ステップ406へ移行して、中間層の各素子の結合係数が補正される。その結合係数の補正量は出力層の場合と同様に、次式で求められる。

【0046】

【0045】

【数13】

★

【数14】

$$\Delta \omega^1_{i,j}(t) = P \cdot \delta^2_j \cdot O^1_i + Q \cdot \Delta \omega^1_{i,j}(t-1) \quad \dots(14)$$

よって、結合係数は、

$$W^1_{i,j} + \Delta \omega^1_{i,j}(t) \rightarrow W^1_{i,j}$$

により、補正された結合係数が求められる。

【0047】次に、ステップ408において、結合係数の補正量が所定の値以下になったか否かを判定して、結合係数が収束したか否かが判定される。結合係数が収束していなければ、ステップ400に戻り、新たに補正された結合係数を用いて、同様な演算が繰り返され、結合係数が再度補正される。このような演算の繰り返しにより、学習が完了する。

【0048】上記のニューラルネットワークの学習は、熟練した運転者の運転により図6のようなトラックや一般の道路を多数回走行して、得られる道路データを入力とし、運転者による操作量を教師信号とすることで、実行することができる。

【0050】図12に示すニューラルネットワーク40の出力は、アクセル、ブレーキ、ステアリングの各操作量 A_c 、 B_r 、 S_t であるが、3種の操作量を全て用いても良く、又、任意の2種又は1種の操作量であっても良い。図12のニューラルネットワーク40の結合係数は、分割領域 $a_{j,k}$ における寄与率 $g_{j,k}$ である。又、この結合係数には、車速による影響も当然に含まれる。又、図13に示すように多層構造のニューラルネットワーク41を用いた場合には、分割領域間の相互作用、分割領域と車速との相互作用が考慮された操作量を得ることができる。

【0051】このようにして、学習されたニューラルネットワークを用いて、現実の走行時にニューラルネットワークから得られた操作量は、走行制御装置24に入力

【数15】

…(15)

キ、ステアリングを駆動して、車両の挙動を道路環境に応じて最適化する。一方、警報装置として用いるときはニューラルネットワーク40の出力は比較装置26に入力する。又、比較装置26において、運転者により操作された車両1の操作量が入力され、その操作量とニューラルネットワーク40の出力する操作量とが比較される。そして、差が所定値以上となった場合には、警報装置28が駆動されて、運転者の操作がニューラルネットワーク40による操作量と大きく外れていることを警報することにより、居眠りなどによる操作ミスを防ぐことができる。

【0052】上記の図13に示すニューラルネットワーク41に代えて、図16に示すようにニューラルネットワークを用いることが可能である。図16に示すニューラルネットワークは、運転者によるステアリングの操作量を入力値に加えている。そして、ステアリングの現実の操作量と道路データと車速のそれぞれの相互作用が加味されて、アクセルとブレーキの操作量が決定される。このように、ニューラルネットワークの入力値にステアリングの現実の操作量を用いているので、運転者がステアリング操作量を自ら決定する場合は、運転者の意志に更に忠実に適切なアクセルおよびブレーキの操作量を決定することができる。

【0053】又、ニューラルネットワークは図17に示すような構成とすることもできる。この場合には、ニューラルネットワークの入力は、道路データ、車速、前回制御時（微小時間前）のアクセル、ブレーキ、ステア

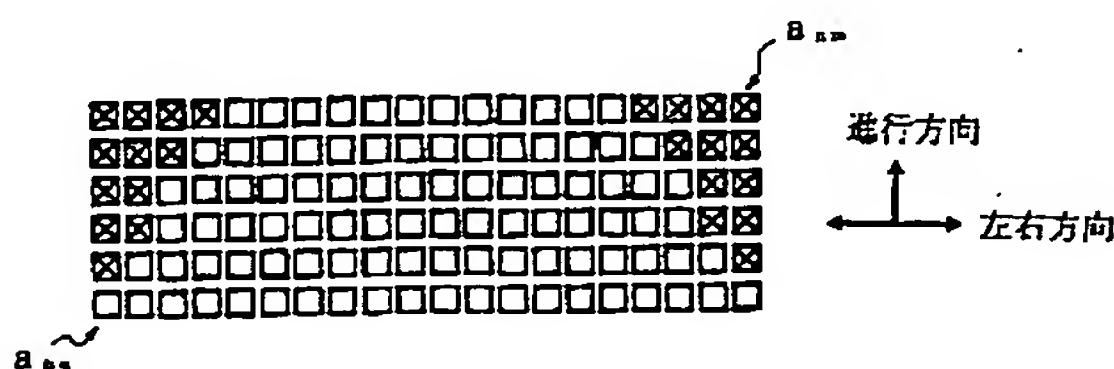
アリングの操作量の変化 $\Delta A c$ 、 $\Delta B r$ 、 $\Delta S t$ である。このニューラルネットワークは、前回制御時の操作量、道路データ、車速を入力データとして、操作量の変化を教師信号として学習される。尚、入力データの操作量と出力の操作量の変化は、アクセル、ブレーキ、ステアリング操作量の中の任意の1種、任意の2種であっても良い。

【0054】又、ニューラルネットワークは、図18に示すように構成しても良い。このニューラルネットワークを用いれば、過去の履歴データを入力して、出力される操作量をより最適化することができる。即ち、ニューラルネットワークの入力データは、前回制御時の道路データと車速及び今回制御時の道路データと車速である。ニューラルネットワークの出力はアクセル、ブレーキ、ステアリングの操作量である。前回制御時の道路データと車速が今回制御時のそれらのデータとの相互作用を含めて考慮されることから、道路データと車速の連続性が考慮されることになり、より最適な操作量が求められる。このニューラルネットワークの学習は、過去の道路データと車速を入力データとして、この時の操作量を教師信号とすることで実行することが可能である。又、このニューラルネットワークにおいて、出力を前回制御時における操作量からの操作量の変化とすることもできる。その場合には、教師信号は操作量の変化が用いられる。

【0055】

【発明の効果】以上述べたように、本発明は、車両の走行時において、走行路面をリアルタイムで撮像し、その撮像画像から各分割領域毎に道路部分を特定した道路データを生成し、その道路データをニューラルネットワークの入力値として車両の挙動を決定する操作量を出力値とするようにしたものである。従って、道路環境から直接に車両の挙動を決定する操作量を求めることができるので、操作量の決定時間を極めて短くすることができる。又、操作量の決定は、ニューラルネットワークの結合係数によって行われることから、アルゴリズムにより操作量を決定する場合に比べて、演算速度が向上し、記憶装置の容量が少なく済む。更に、ニューラルネットワークの結合係数は、現実の車両の走行と並行して学習させることができるので、道路環境により最適化された操作量を得ることができる。

【図5】



【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の具体的な一実施例に係る操作量決定装置の構成を示したブロック図。

【図2】操作量決定装置の画像処理装置12の処理手順を示したフローチャート。

【図3】撮像画面から道路部分を特定した画像を示した説明図。

【図4】撮像画面の分割を示した説明図。

【図5】多数の分割領域で構成された画面を示した説明図。

【図6】車両の走行する道路を示した説明図。

【図7】道路画像から生成された道路データを示した説明図。

【図8】道路網の構成と進行方向の指令を示した説明図。

【図9】画像処理装置30の処理手順を示したフローチャート。

【図10】交差点付近で得られる道路データを示した説明図。

【図11】進行方向の指令値に応じてマスク処理された道路データを示した説明図。

【図12】ニューラルネットワークの構成を示した構成図。

【図13】ニューラルネットワークの構成を示した構成図。

【図14】ニューラルネットワークでの演算手順を示したフローチャート。

【図15】ニューラルネットワークの学習手順を示したフローチャート。

【図16】他の実施例に係る操作量決定装置のニューラルネットワークの構成を示した構成図。

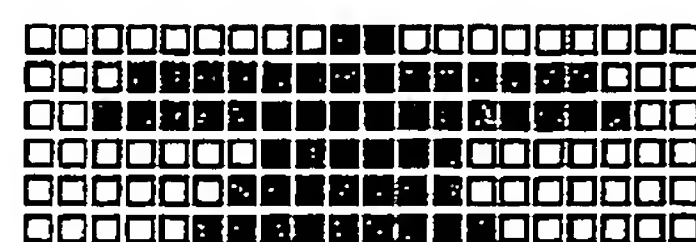
【図17】他の実施例に係る操作量決定装置のニューラルネットワークの構成を示した構成図。

【図18】他の実施例に係る操作量決定装置のニューラルネットワークの構成を示した構成図。

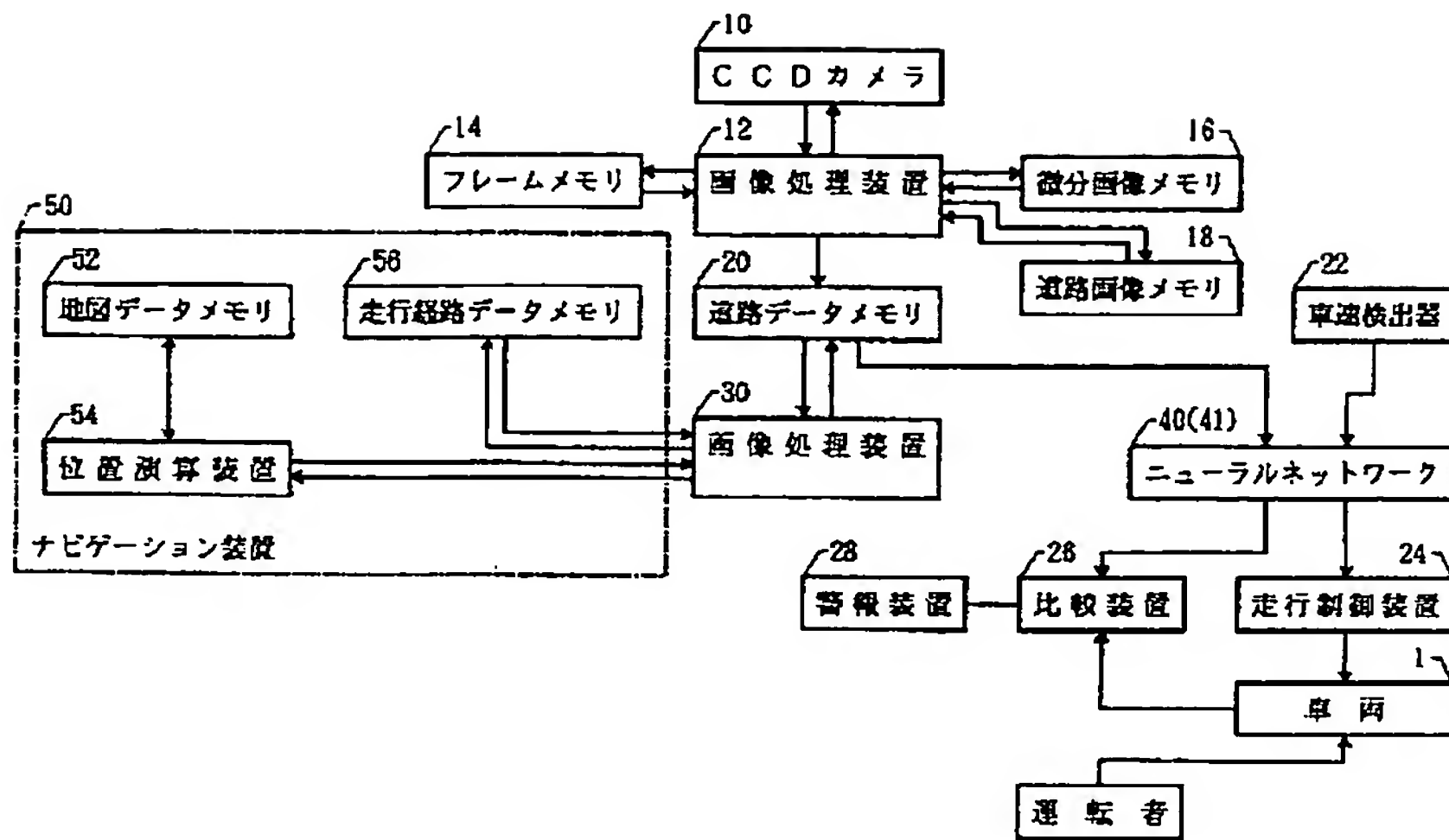
【符号の説明】

10...CCDカメラ 12...画像処理装置 20...道路データメモリ
30...画像処理装置 40, 41...ニューラルネットワーク

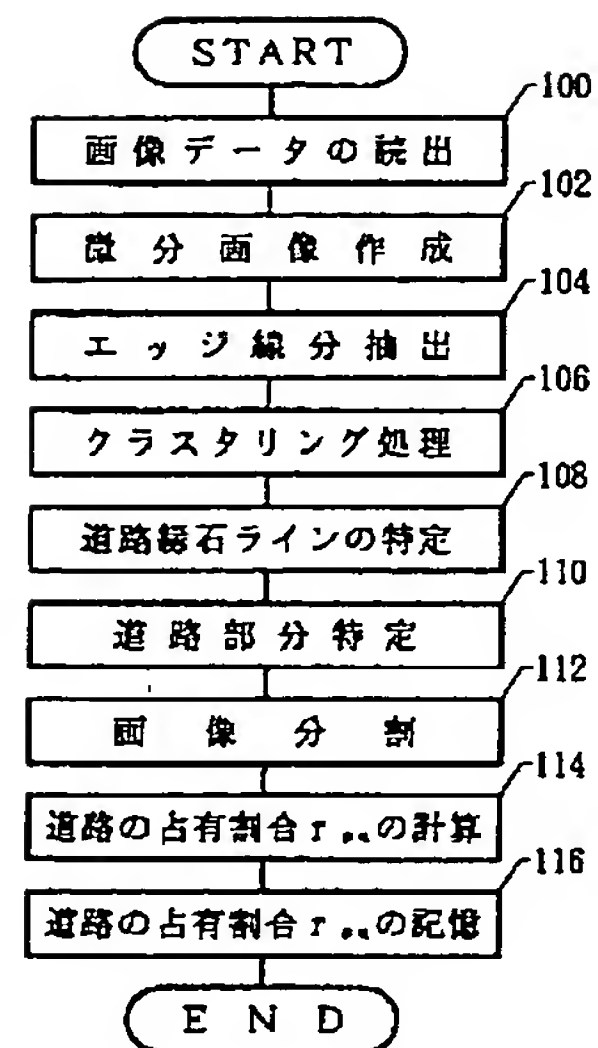
【図10】



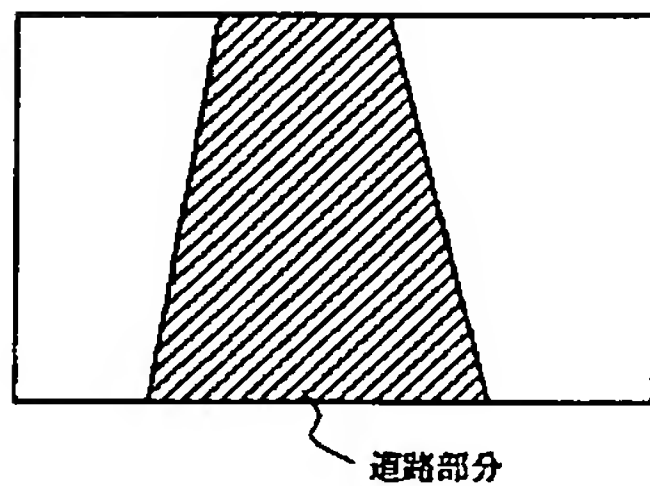
【図1】



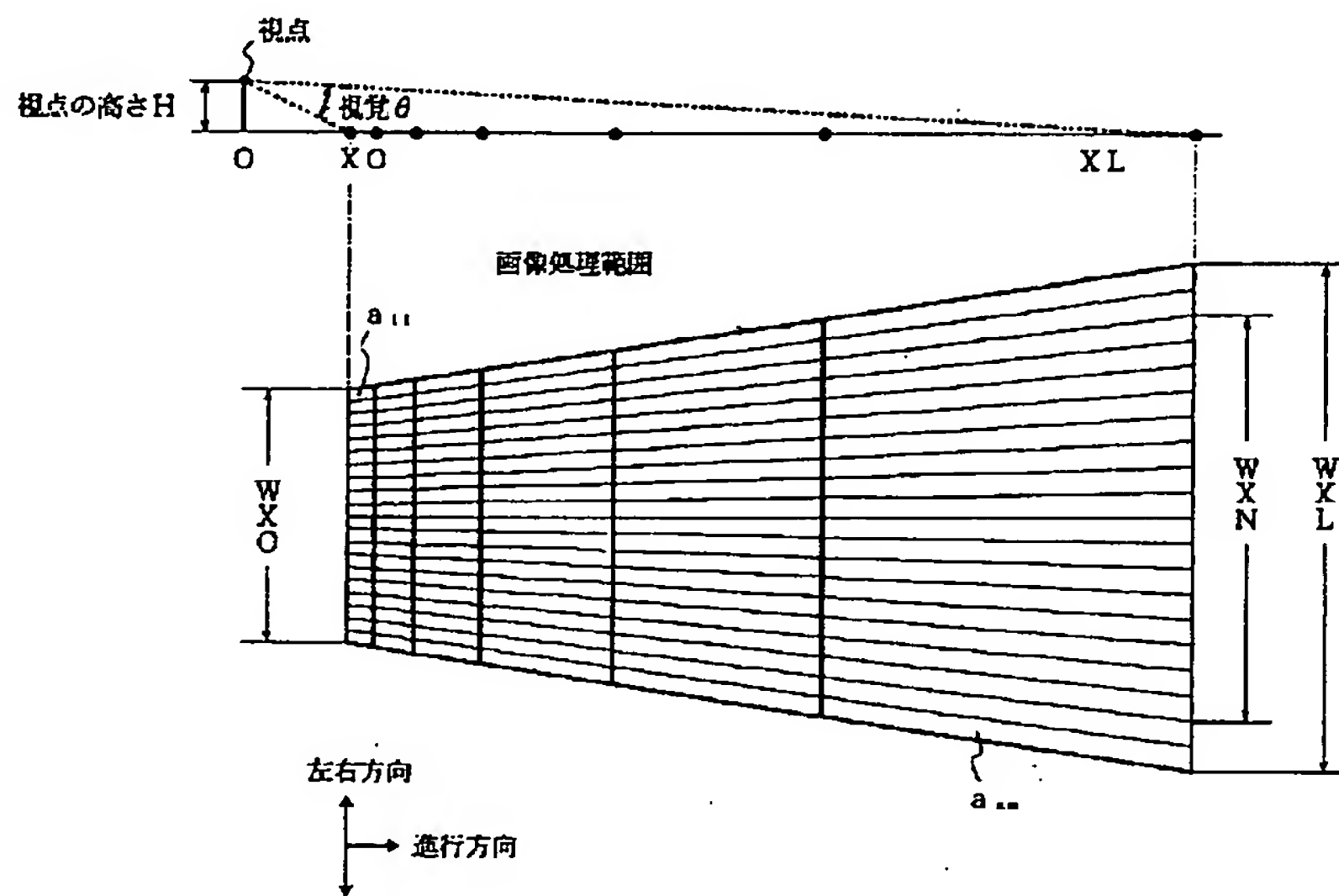
【図2】



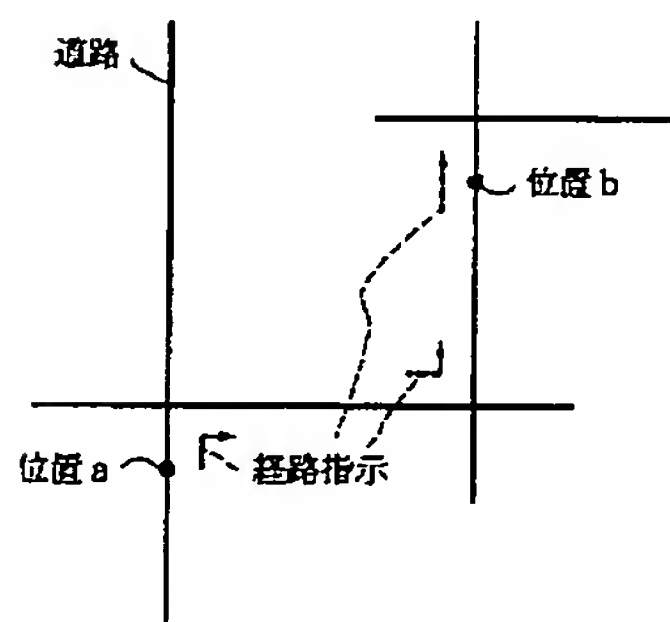
【図3】



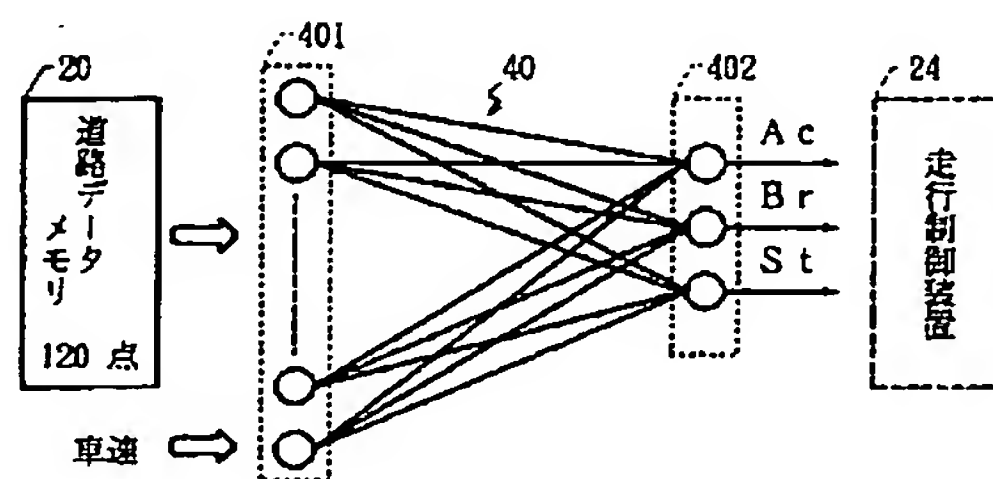
【図4】



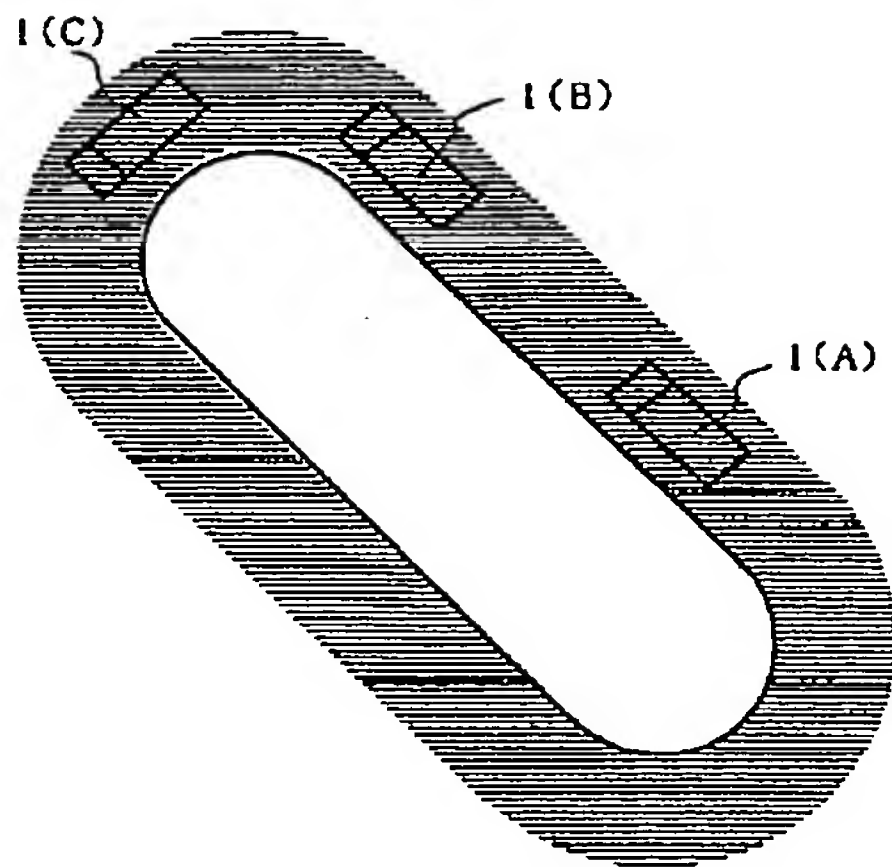
【図8】



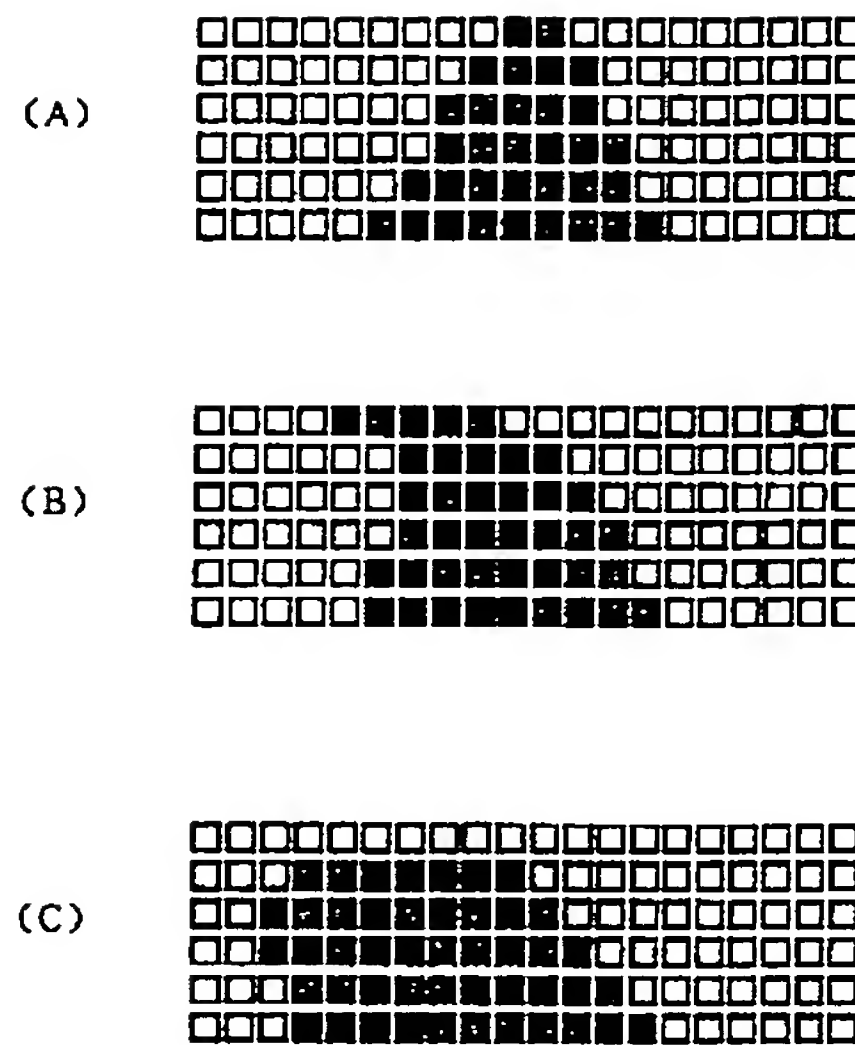
【図12】



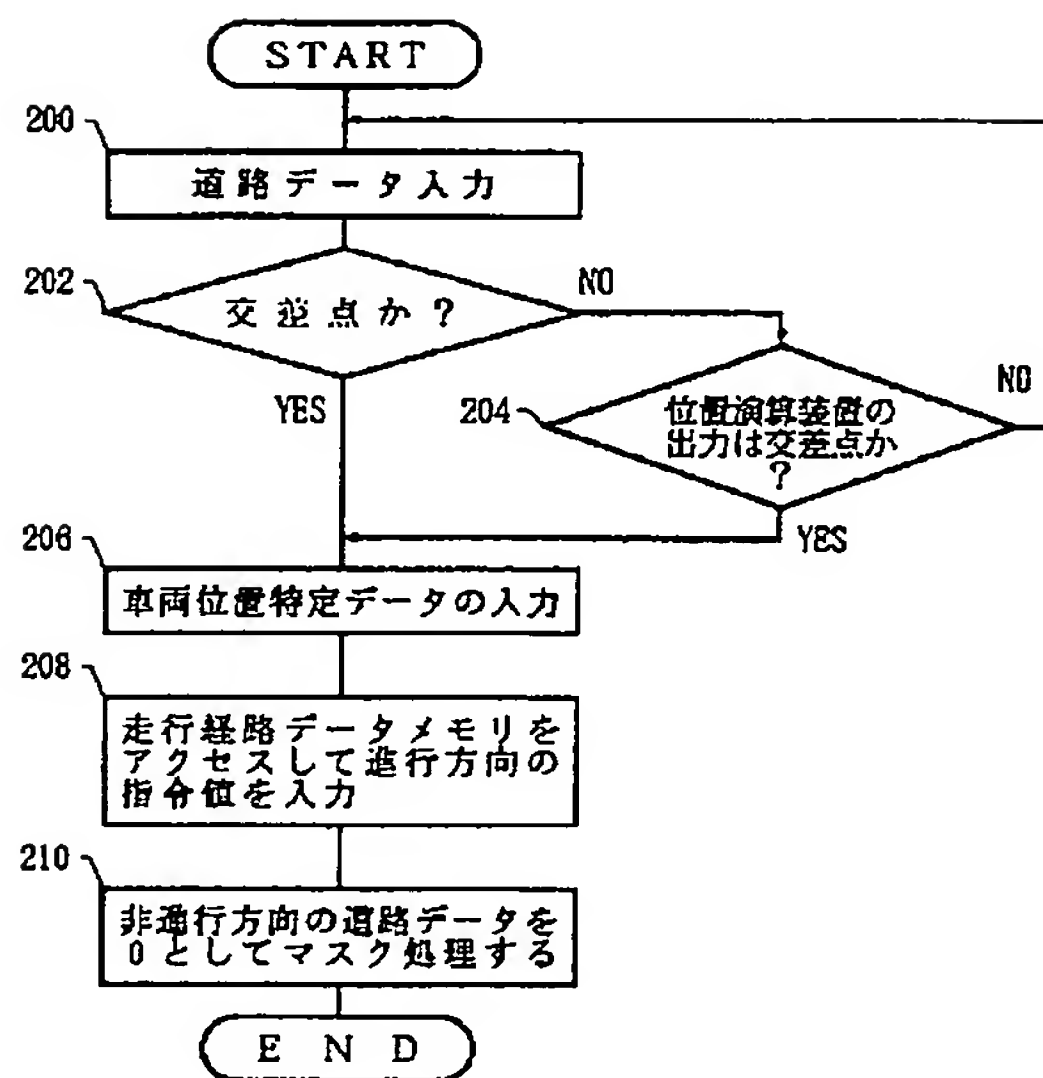
【図6】



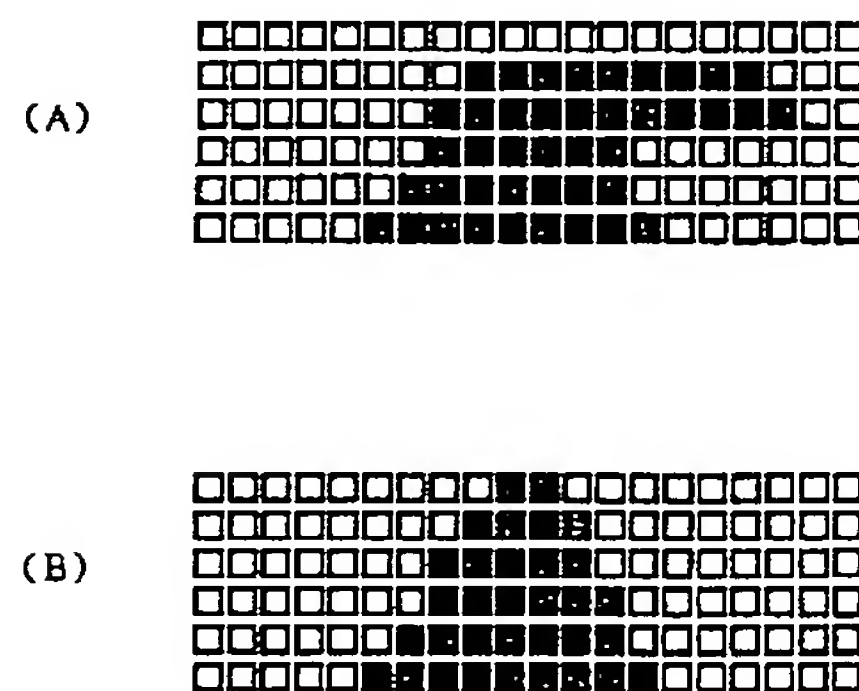
【図7】



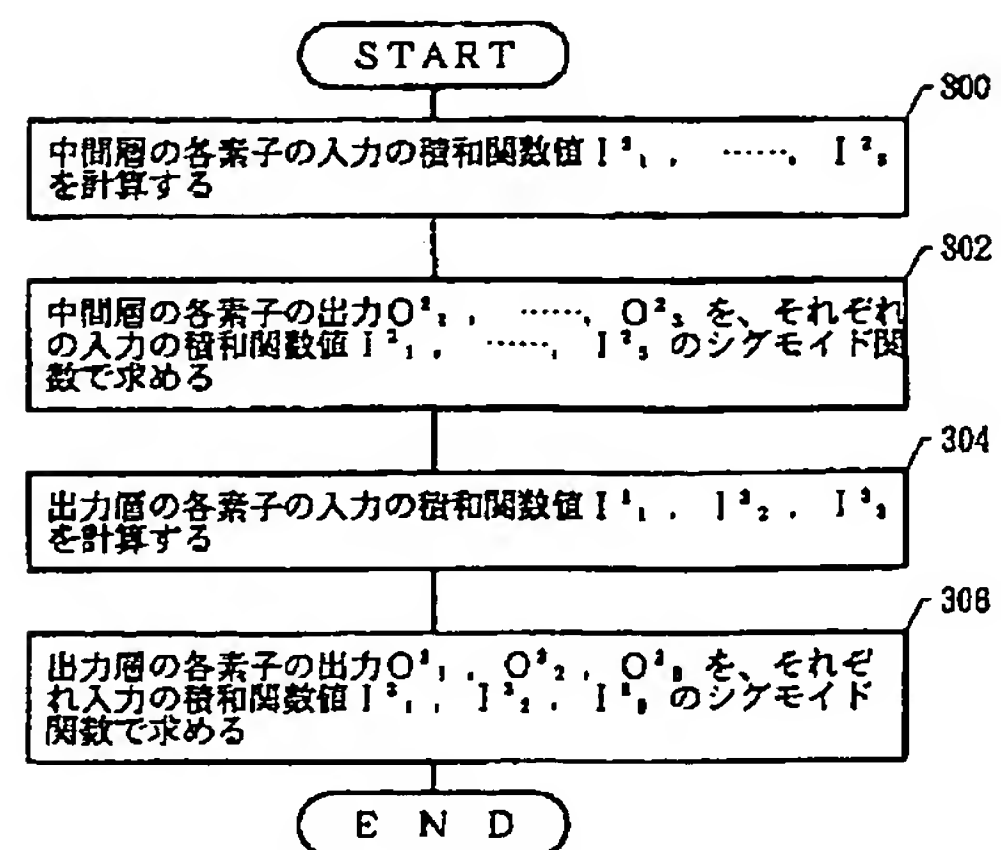
【図9】



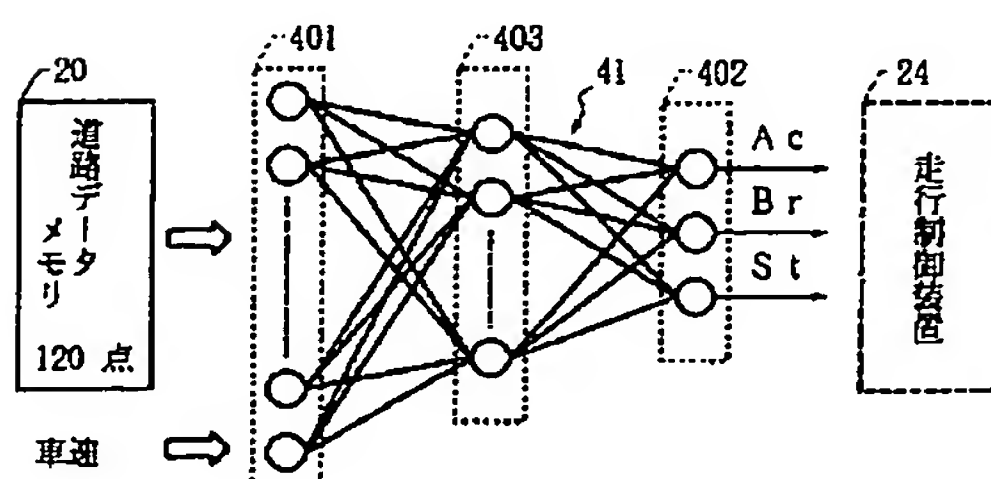
【図11】



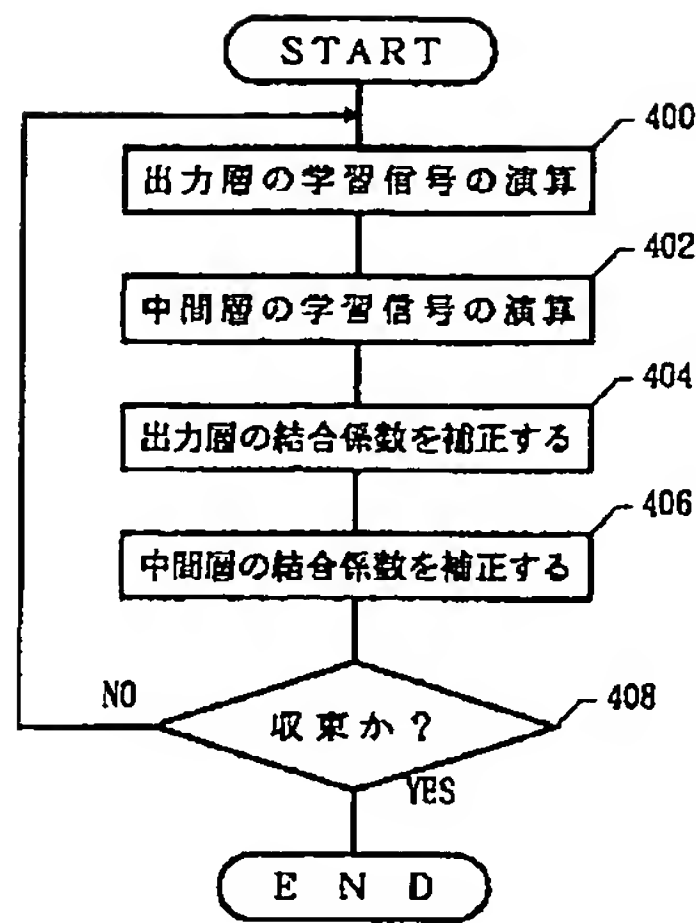
【図14】



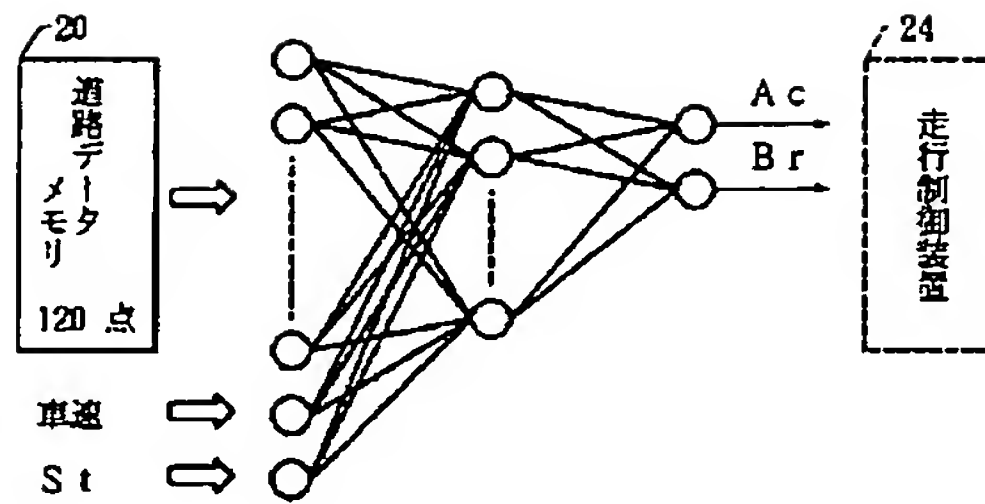
【図13】



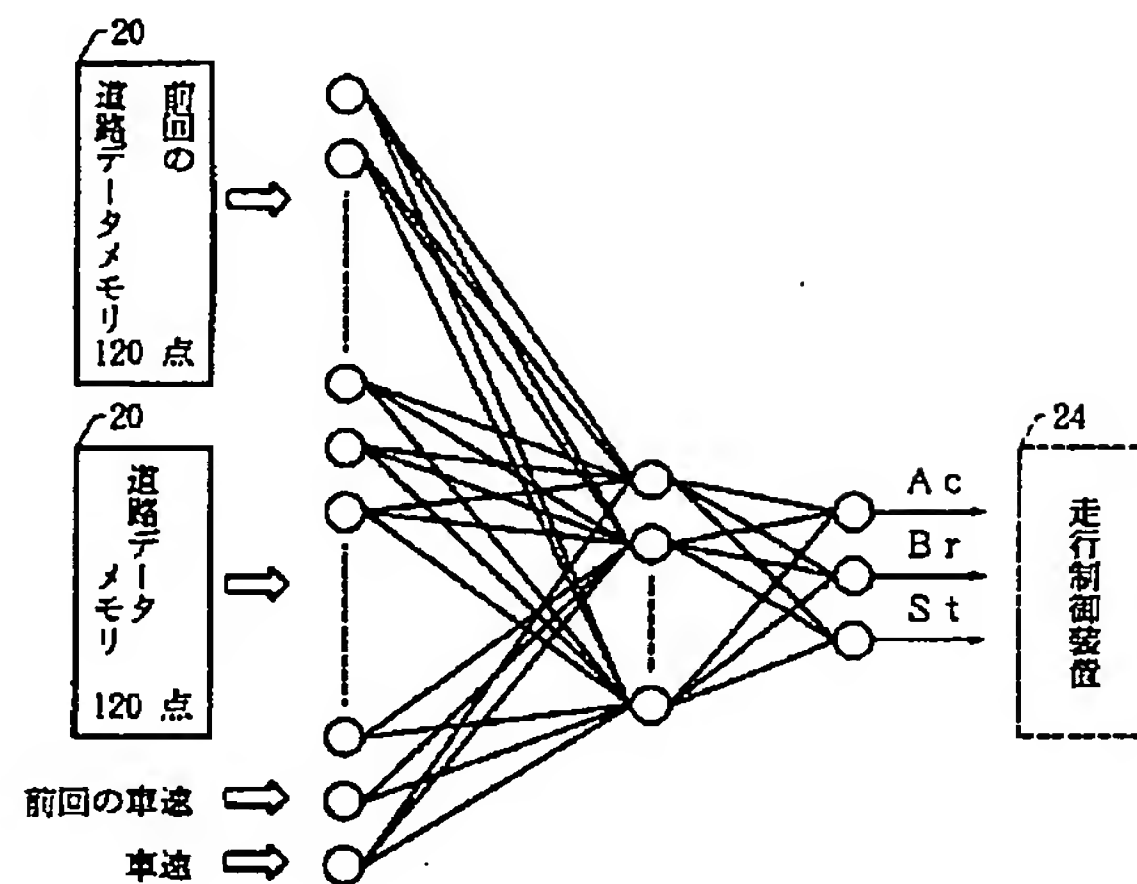
【図15】



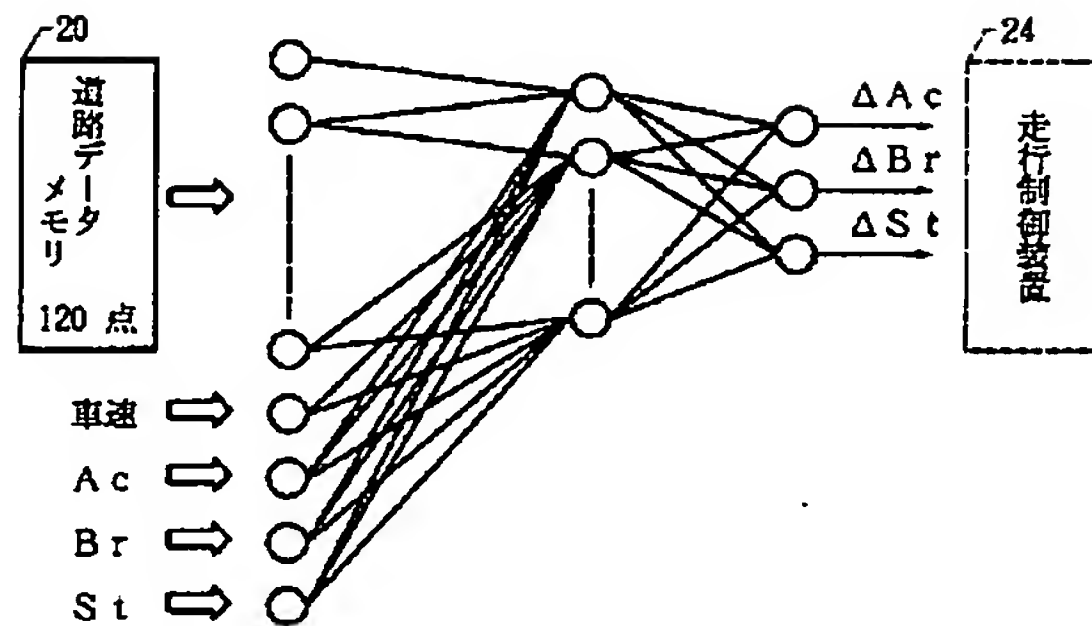
【図16】



【図18】



【図17】



フロントページの続き

(71)出願人 000004260

日本電装株式会社
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(71)出願人 000000011

アイシン精機株式会社
愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地

(72)発明者 松成 文夫

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 大嶋 満寿治

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 吉田 浩之

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 大田 一晴

愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機製作所内

(72)発明者 石本 豪

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 所 節夫

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 加藤 康聡

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

(72)発明者 浅野 憲司

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内

Family list

2 family member for: **JP4274935**

Derived from 1 application

[Back to J](#)

1 DEVICE FOR DECIDING QUANTITY OF OPERATION OF VEHICLE

Inventor: MATSUNARI FUMIO; OSHIMA MASUJI; (+6)

Applicant: TOYOTA CENTRAL RES & DEV; TOYODA
AUTOMATIC LOOM WORKS; (+3)

EC:

IPC: B60W10/00; B60W10/04; B60W10/18 (+29)

Publication info: JP2934330B2 B2 - 1999-08-16

JP4274935 A - 1992-09-30

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide